

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N^o 911

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Jean LATOUR

Né le 17 août 1908, au Puy (Haute-Loire)

ÉTUDE DE L'ÉPREUVE
DU MAXIMUM
D'APNÉE VOLONTAIRE

Président : M. LÉON BINET, *Professeur*

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUBE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Jean LATOUR

Né le 17 août 1908, au Puy (Haute-Loire)

ÉTUDE DE L'ÉPREUVE
DU MAXIMUM
D'APNÉE VOLONTAIRE

Président : M. LÉON BINET, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	R DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	N...
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	VERNE.
	MOCQUOT.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.).. Pathologie médicale.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES.. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN' Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri).. Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY.... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
 PIEDELIÈVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHET Physiologie.
 SANNIÉ Chimie biologique.
 SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.
 Justin BESANÇON. Hydrologie.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT.. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ABRAMI.	Clinique médicale.	BASSET.	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE.		BROCQ.	
AUBERTIN.		CADENAT.	
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY.		MOURE.	
DONZELOT.		QUÉNU.	
DUVOIR.		SCHWARTZ.	
LIAN.		VELTER.	
VALLERY-RADOT			
(Pasteur).			
SÉZARY.			
	Clinique obstétricale.	MM.	
ÉCALLE.			
GUÉNIOT.			
LE LORIER.			
LÉVY-SOLAL.			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé ...	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.
FREY	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A. MON PÈRE

MON PREMIER MAÎTRE

*Dont l'exemple a toujours été pour
moi le plus bel encouragement au
travail.*

A MA MÈRE

*Qui m'a toujours entouré de la plus
profonde affection.*

*Qu'ils trouvent dans cet ouvrage un
témoignage de ma très grande recon-
naissance pour tout ce qu'ils ont fait
pour moi.*

A MA GRAND'MÈRE

Avec toute ma tendresse.

A MON FRÈRE

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR LÉON BINET

Professeur de Physiologie
de la Faculté de Médecine de Paris
Médecin des Hôpitaux
Docteur ès sciences
Officier de la Légion d'honneur

En respectueux hommage de reconnaissance pour le très grand honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider cette thèse.

AUX MEMBRES DE MON JURY DE THESE

A TOUS MES MAITRES DE LA FACULTE
ET DES HOPITAUX DE PARIS

A MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS DIGONNET

Médecin accoucheur des Hôpitaux de Paris

*Hommage de gratitude pour l'accueil
que j'ai toujours trouvé auprès de lui.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL SCHIFF

Ancien Chef de Clinique de la Faculté
Médecin de l'Hôpital Henri-Rousselle

A MONSIEUR LE DOCTEUR TOULOUSE

Médecin-chef des Asiles de la Seine
Médecin-directeur de l'Hôpital psychiatrique Henri-Rousselle
Chef du Centre de Prophylaxie mentale de la Seine

A MES MAÎTRES DE
L'INSTITUT MÉDICO-LÉGAL DE PARIS

ÉTUDE DE L'ÉPREUVE DU MAXIMUM D'APNÉE VOLONTAIRE

Introduction.

Nous ne ferons pas ici l'historique complet des nombreux travaux et recherches entrepris déjà sur ce sujet.

M. le Professeur LÉON BINET, qui a bien voulu nous faire l'honneur de nous inspirer cette thèse et de nous guider dans notre travail, donne dans le *Traité de Physiologie normale et pathologique* [1] une étude très complète de cette épreuve tant au point de vue physiologique qu'au point de vue clinique.

Dans sa thèse, MAURICE BOURGEOIS [2] présente une étude systématique de l'épreuve et montre quelles sont les modifications respiratoires et cardio-vasculaires à l'occasion de l'apnée volontaire, les variations de sa durée chez l'homme normal et dans différents états pathologiques.

Le Professeur GEORGES GUILLAIN [3] d'une part,

MARTIN FLACK [4] d'autre part, l'ont étudiée chez les aviateurs, à l'occasion de la dernière guerre.

Dans un autre travail [6] GEORGES GUILLAIN et R. GARCIN ont envisagé l'apnée volontaire dans ses rapports avec l'ictère infectieux bénin.

J. CASTAIGNE et HENRI PAILLABD [7] l'ont étudiée chez les asystoliques.

Dans notre travail, nous avons tâché, tout en essayant de faire une étude aussi complète que possible du maximum d'apnée volontaire, de montrer ses variations sous l'influence de divers facteurs et nous nous sommes spécialement attaché, en ce qui concerne les variations pathologiques, à l'étude de celles-ci dans les affections du sang, qui nous a paru devoir être particulièrement intéressante et dont l'interprétation, si elle n'apporte pas d'éléments nouveaux en faveur du diagnostic de la nature d'un état anémique, nous renseigne sur son degré d'intensité et nous donne, sans avoir assurément la certitude d'un examen hémato-logique, une indication clinique utile, notamment en l'absence du laboratoire, sur la gravité de l'atteinte des éléments sanguins.

Nous avons envisagé l'étude de cette épreuve à trois points de vue :

1^o *Chez les sujets normaux* : chiffres moyens ; interprétation ; répercussions sur les différents appareils.

2^o *Influence de différents facteurs en dehors des états pathologiques* : répétition de l'épreuve ; épreuve après hyperpnée ; influence de l'intensité de l'effort physique fourni ; influence du milieu : dans l'air et dans l'eau ; température du milieu ; position ; qualité du milieu respiré ; cas particuliers : influence de certains toxiques : tabac, alcool, air vicié, oxyde de carbone ; anomalies de durée : cas exceptionnels.

3^o *Influence des états pathologiques* : maladies de l'appareil pulmonaire ; maladies de l'appareil circulatoire ; affections du sang ; interprétation pratique ; autres affections.

Nous prions M. le Professeur LÉON BINET de trouver ici pour l'honneur qu'il nous fait l'expression de notre très respectueuse et très vive gratitude.

CHAPITRE I

L'épreuve de l'apnée volontaire chez l'individu normal.

Comment pratiquer l'épreuve ? La technique n'a évidemment pas besoin d'être décrite, nous ferons cependant une remarque à ce sujet : ayant pratiqué cette recherche sur nous-même et sur des camarades, nous avons noté l'extrême variabilité des chiffres que l'on obtient si on recherche le maximum d'apnée volontaire après une inspiration que l'on voudrait normale ; ceci sans doute est dû à un défaut d'appréciation de l'effort inspiratoire que l'on fournit ; il est encore plus difficile de faire comprendre à un sujet qu'il n'a aucun intérêt à essayer de tricher et de l'empêcher de prolonger son inspiration dans la pensée de faire mieux qu'a fait le précédent sujet examiné ; il ne sera donc question dans les chiffres cités ici que des résultats obtenus après une inspiration forcée.

Notons cependant avant d'en terminer avec cette question que, faire effectuer à un sujet un arrêt de sa respiration après une inspiration normale, non forcée, est plus fatigant pour lui s'il pousse l'expérience le plus loin possible que lorsque l'épreuve est faite après inspiration forcée ; nous avons même observé dans le premier cas chez un homme de 54 ans un état de malaise assez prononcé ; il n'est pas rare de voir d'ailleurs pendant les quelques instants qui suivent l'épreuve, même celle en inspiration forcée, un petit état nerveux avec léger vertige, éblouissements, céphalée, perte de l'équilibre ; ceci pourrait peut-être être rapproché des phénomènes nerveux que peut mettre en évidence l'hyperpnée expérimentale.

**A. — Durée moyenne du maximum
d'apnée volontaire.**

Nous avons, à l'Hôpital Henri-Rousselle, grâce à l'obligeance de M. le Docteur SCHIFF, examiné de nombreux sujets, ainsi qu'en dehors des milieux hospitaliers : dans les milieux sportifs et dans notre milieu étudiant, malheureusement peu sur le milieu scolaire jeune.

Nous allons faire ici état dans un tableau de quelques résultats que nous avons obtenus chez des adultes bien portants :

N..., 23 ans.....	48 secondes	
L..., 24 —	62	—
B..., 26 —	26	—
L..., 27 — 1 minute.....	15	—
M..., 28 —	31	—
R..., 32 —	55	—
S..., 32 — 1 minute.....	12	—
M..., 32 —	48	—
H..., 33 —	52	—
N..., 33 —	55	—
E..., 46 —	59	—
T..., 55 — 1 minute.....	2	—

Essayer d'établir de façon précise un chiffre nous a paru délicat, car nous avons été souvent surpris par les chiffres que nous obtenions par

rapport à ceux que nous pouvions prévoir : sur deux sujets examinés ensemble, l'un arrivait au chiffre déjà élevé de 1'22", l'autre péniblement à 37", ces deux sujets étant tous deux bien portants, robustes, de corpulence sensiblement égale et du même âge, menant la même existence ; ceci mis à part, les chiffres extrêmes trouvés chez des adultes hommes non entraînés étant de l'ordre de ceux que nous venons de citer dans le tableau précédent, les autres chiffres obtenus en général oscillent autour de 45" à 55". Nous avons employé tout à l'heure à dessein l'expression d'adultes hommes parce que nos recherches sur les femmes et les enfants ont été moins nombreuses et nous ne pourrions établir de chiffres d'après une moyenne que nous n'estimons pas assez étendue ; toutes les fois cependant que nous avons cherché le maximum d'apnée volontaire chez des femmes de 20 à 30 ans, nous l'avons trouvé dans des limites légèrement inférieures (de quelques secondes) à celles de l'homme. Nous avons pu examiner une dizaine d'enfants, garçons et filles de 8 à 15 ans, et nous avons constaté chez eux des durées d'apnée volontaire d'à peu près même valeur que chez l'adulte, en ne tenant compte il est vrai que des seuls examens où les enfants avaient parfaitement saisi ce qu'on attendait d'eux. Nous avons également examiné un homme de 67 ans dont le maximum d'apnée

volontaire était de 55" ; et une femme de 60 ans, un homme de 68 ans, artério-scléreux avaient l'une 25", l'autre 30".

Il semble qu'on puisse considérer que, chez un individu non taré et bien portant, quels que soient l'âge et le sexe, la respiration doit pouvoir être facilement suspendue pendant environ 40 à 45 secondes.

B. -- Comment interpréter ces résultats ?

EDWARD C. SCHNEIDER et GEORGE W. DONIS [8], étudiant 13 cas relatifs à des sujets ayant des capacités pulmonaires différentes et des temps d'apnée également différents dans un travail dont nous reproduisons l'essentiel : « *au maximum d'apnée : 107" correspond seulement une capacité de 4 lit. 500 ; au minimum d'apnée : 29" correspond une capacité de 4 lit. 200, alors que le maximum de capacité est de 5 lit. 200 pour 56" et le minimum 3 lit. 600 pour une apnée de 62"* », concluent à l'inexistence d'un rapport entre la pause volontaire respiratoire et la capacité pulmonaire.

A l'examen des divers sujets que nous avons soumis à l'épreuve du maximum d'apnée, nous avons pu constater également qu'il n'y a pas de corrélation, pas de rapport direct entre les chiffres qu'elle donne et la capacité vitale déterminée soit avec un spiromètre, soit avec la formule de R. FABRE et L. ESCOLLE [9] :

$$CV = \frac{P_{ti}^2 \left(H + \frac{Ab}{4} \right) - P_{te}^2 \left(H - \frac{Ab}{4} \right)}{13}$$

dans laquelle P_{ti} désigne le périmètre thoracique

pris au niveau de l'appendice xyphoïde en inspiration forcée, P_{te} le même périmètre en expiration forcée, H la hauteur du sternum, Ab la différence d'ampliation abdominale à l'inspiration et à l'expiration.

Un sujet ayant un chiffre d'apnée de 1'22" a comme capacité vitale 3 lit. 800, un autre ayant une capacité de 4 lit. 800 ne dépasse pas 60" ; il serait évidemment intéressant de faire porter ces examens sur un grand nombre d'individus avant de conclure à l'indépendance absolue du maximum d'apnée et de la capacité vitale, et sans doute il serait bon de faire entrer dans ce parallèle d'autres données telles que le poids, la taille ; on ne peut, à part ça, que faire une hypothèse et penser que, de même que la force physique, chez des sujets en apparence à peu près identiques, est de valeur très inégale, leur qualité au point de vue respiratoire, en l'absence évidemment de toute lésion pulmonaire ou cardiaque, ne peut être déterminée que par l'ensemble des résultats donnés par les diverses explorations de l'appareil respiratoire, joints à ceux donnés par l'épreuve du maximum d'apnée volontaire ; c'est ce qui nous a conduit à penser que la qualité du milieu sanguin pouvait être l'élément ou tout au moins un élément faisant qu'il n'y a pas une proportion directement variable entre la valeur du

fonctionnement mécanique de l'appareil respiratoire et le maximum d'apnée volontaire.

Nous aurions voulu pouvoir faire de nombreux dosages de l'oxygène et du CO^2 du sang avant et après apnée et mettre en comparaison ces dosages chez des individus présentant de grosses différences au point de vue du maximum d'apnée ; il est assez probable qu'on trouverait ainsi chez les uns, avant l'épreuve, une forte teneur en O^2 , une faible teneur en CO^2 , chez les autres l'inverse, mais qu'on aurait chez les uns et chez les autres, à la fin de la période d'apnée, à peu près les mêmes chiffres, ceux sans doute qui amènent par l'intermédiaire du centre respiratoire et du sinus carotidien la nécessité de la reprise des mouvements respiratoires.

C. — Répercussions sur les différents appareils de la mise en apnée.

Les modifications engendrées dans le fonctionnement des systèmes respiratoire et cardio-vasculaire ont été très bien étudiées par MAURICE BOURGEOIS dans sa thèse ; nous lui emprunterons ses conclusions que nous allons reproduire ici :

— au point de vue des modifications respiratoires :

*« Après la période de suspension respiratoire, le
« rythme, l'amplitude et la ventilation augmentent,
« puis décroissent, enfin s'égalisent suivant un même
« parallélisme. »*

— au point de vue des modifications cardio-vasculaires :

*« La suspension volontaire de la respiration pro-
« voque une diminution du nombre des pulsations ; il
« y a augmentation de la tension maxima et dimi-
« nution de la tension minima ; l'une est élevée de
« 1 centimètre de mercure ; l'autre, abaissée de
« 2 centimètres de mercure. »*

Nous avons pensé pour compléter l'examen que des recherches sur les modifications de la composition du sang pourraient être utiles : pratiquée sur nous-même, la numération globulaire a donné les chiffres suivants :

Avant l'apnée.....	5.540.000 globules rouges
Après l'apnée.....	5.210.000 globules rouges (ponction veineuse).

Il aurait sans doute été également très intéressant de pouvoir doser l'hémoglobine et de voir ce que devient la valeur globulaire du sang après l'épreuve du maximum de l'apnée volontaire.

CHAPITRE II

Influence de divers facteurs en dehors des états pathologiques.

Nous allons envisager ici, en rapportant les diverses observations que nous avons songé à faire, les résultats qu'elles nous ont donnés.

D'abord ce que donne chez l'individu normal la répétition de l'épreuve d'apnée ; ce qu'elle devient après hyperpnée ; après un effort physique ; comment elle varie selon la nature du milieu où est plongé le corps, sa température ; la position ; la qualité du milieu respiré, pour terminer ce chapitre par l'étude de quelques cas particuliers.

**A. — Ce que donnent la répétition
de l'épreuve
et sa recherche après hyperpnée.**

Faisant cette recherche sur différents sujets jeunes, nous avons pu constater qu'en général, la première épreuve donne des chiffres moins élevés que la seconde et même quelquefois que la troisième, si ces trois épreuves se succèdent l'une, l'autre ; c'est ainsi que nous avons obtenu les résultats suivants :

	1 ^{re} épreuve	2 ^e épreuve	3 ^e épreuve
	—	—	—
N..., 23 ans.....	42''	48''	44''
L..., 27 ans.....	59''	1' 9''	1' 3''
S..., 32 ans.....	68''	72''	60''
M..., 32 ans.....	55''	65''	67''

Nous avons pensé en voyant ces résultats qu'il pouvait, après l'apnée, se produire une brusque augmentation du nombre des hématies dans le sang, mais, comme nous l'indiquions au chapitre précédent, nous avons au contraire trouvé une légère diminution ; nous n'avons pu faire mesurer la valeur globulaire qui, elle, est peut-être augmentée. Au delà de trois épreuves, par contre,

la répétition entraîne une diminution très rapide du M. A. V.

La période d'apnée physiologique qui suit l'hyperpnée expérimentale, l'apnée post-adréralinique ont été étudiées par L. DAUTREBANDE [10] dans le *Traité de Physiologie normale et pathologique* (p. 156 et suiv.) qui en fait des phénomènes d'ordre réflexe dus à l'hypertension locale au niveau des zones où se fait la régulation de la respiration : centre respiratoire et sinus carotidien ; il montre également que la pression de l'acide carbonique doit atteindre 48 millimètres de mercure pour faire cesser l'apnée après l'hyperpnée, au lieu du taux de 40 millimètres qui engendre normalement la reprise de la respiration, et que la pression de l'oxygène, élevée par l'hyperpnée de 100 à 140 millimètres de mercure, tombe à 35 millimètres à la fin de l'apnée.

Elle fut également étudiée dès 1900 par MORAT et DOYON [11].

Nous avons cherché à voir quelle pouvait être l'augmentation de durée de la suspension volontaire de la respiration après une période d'hyperpnée de 2 minutes. Opérant avec l'aide d'un camarade, nous avons relevé des chiffres d'apnée respectivement de 1'47" et 2'10" ; en même temps, il nous a été possible de constater que la sensation de gêne engendrée par l'épreuve est beaucoup

moins grande que dans l'apnée non précédée d'hyperpnée.

L'augmentation de la durée d'apnée dans ces conditions est d'ailleurs connue empiriquement de longue date : les pêcheurs de perles, certains plongeurs arabes qui débouchent les puits artésiens avant de se livrer à leur travail, chantent sur un rythme scandé et très rapide, donnant ainsi à leur chant la forme d'un véritable halètement, ce qui équivaut sans doute au point de vue du résultat à nos modernes épreuves d'hyperpnée.

**B. — Influence de l'accomplissement
d'un travail physique précédant
l'épreuve.**

Reprenant les expériences de M. le Professeur LÉON BINET [12], nous avons pu constater dans ces conditions une forte diminution du maximum d'apnée : après deux minutes de mouvements de gymnastique suédoise à une cadence rapide, ou de marche précipitée, nous n'avons pu retenir notre respiration que pendant 14 secondes, alors que nous pouvons normalement le faire pendant environ 60 secondes sans difficulté.

Nous signalerons à ce sujet qu'après cette épreuve, ayant observé un repos de 5 minutes, nous avons ensuite fait un temps d'apnée de 1'37'', chiffre nettement supérieur à la moyenne.

Il est certain qu'un effort physique engendre très rapidement la diminution du maximum d'apnée volontaire.

**C. — Influence de la nature du milieu
où est plongé le corps ; de la température ;
de la position.**

Nous n'avons envisagé ici que deux cas : celui du sujet dans l'air ou dans l'eau, respirant le même air avant la pause respiratoire. Le petit tableau suivant résume les constatations que nous avons ainsi faites :

	1 ^{re} épreuve (hors de l'eau)	2 ^e épreuve (dans l'eau)	3 ^e épreuve (dans l'eau après hyperpnée)
X.....	47"	33"	1'37"
Y.....	1'10"	1' 1"	1'45"

Nous opérons dans une piscine où l'eau était à la température de 23 degrés ; les chiffres cités nous font voir qu'il y a une nette diminution de l'apnée volontaire lorsque le corps est immergé dans l'eau, peut-être due à la pression de l'eau sur le corps et en particulier sur le thorax, augmentant la sensation d'oppression que l'on a en pareil cas ; une confirmation de cette hypothèse semble être donnée par le fait qu'il se produit une diminution de l'apnée proportionnellement à la profondeur à laquelle le corps est immergé ; ainsi après hyper-

pnée, dans une autre expérience à 3 m. 50 de profondeur, il ne nous a pas été possible de rester plus de 1'15" au lieu de 1'45", chiffre obtenu juste sous la surface de l'eau.

La natation influence également le maximum d'apnée et le diminue très notablement, c'est ainsi que nous n'avons jamais pu rester plus de 50" en nageant sous l'eau.

Quant à la température, il semble que la température extérieure n'ait pas d'influence bien marquée, mais celle du corps au contraire joue un grand rôle. Après quelques minutes d'immersion dans un bain très chaud, de même qu'au moment du frisson à la suite d'un bain de rivière prolongé, les temps d'apnée que l'on obtient sont abaissés d'au moins un tiers, et la fatigue qui s'ensuit très rapidement croissante.

La position qu'occupe le corps ne nous a pas paru avoir une influence considérable, seules les positions, les attitudes plutôt, où l'on est gêné physiquement diminuent le maximum d'apnée.

Nous mettant au lit, après une heure de lecture, alors qu'il s'était établi une respiration ralentie, deux épreuves d'apnée consécutives ont donné 35" et 32", chiffres inférieurs environ de moitié à ceux que nous obtenons normalement ; ensuite, une respiration rapide s'est établie ; reprenant l'épreuve au bout de 5 minutes de repos,

nous avons pu obtenir un chiffre d'apnée de 1'15' ; ensuite 2 minutes d'hyperpnée nous ont permis de rester 2'10" sans respirer, chiffre qui est celui que nous obtenons en général dans la position debout. On voit par ces chiffres que le rythme respiratoire qui s'établit à l'occasion du sommeil met l'organisme hors d'état de fournir brusquement un effort respiratoire considérable, et que, par contre, une bonne ventilation consécutive ramène promptement la possibilité d'excellentes épreuves d'apnée volontaire.

D. — Influence de la qualité et de la nature du milieu respiré.

Il est indéniable que la qualité du mélange gazeux que nous respirons a la plus grande influence sur tous les phénomènes respiratoires ; cette influence est encore plus remarquable, semble-t-il, lorsqu'il s'agit d'apnée volontaire.

En prenant d'abord des exemples simples, nous donnerons celui de l'atmosphère de certaines piscines parisiennes situées dans des sous-sols, aérées par des circulations d'air réchauffé et, sans doute, surchargé de gaz carbonique, où il est pratiquement impossible de rester plus de quelques secondes sous l'eau ; nous lui opposerons l'exemple de l'air marin ou de l'air de la moyenne montagne qui, au contraire, nous permettent de rester sans grand effort couramment 60" à 70" sous l'eau.

A propos de l'air des montagnes, il serait certainement intéressant de voir ce que peut donner comme variations du maximum d'apnée l'altitude qui fait varier la teneur du sang en globules rouges ; nous n'avons pu faire ces expériences qui seraient faciles à faire dans une chambre barométrique de Mosso.

M. le Professeur LÉON BINET [13], MAURICE BOURGEOIS [14] ont montré que l'inhalation d'oxygène au lieu d'air avant la pause apnéique l'augmentait dans de très fortes proportions :

Dans sa thèse (p. 23), MAURICE BOURGEOIS note une augmentation atteignant environ le double de sa valeur avant l'expérience, dans la durée maxima de la pause respiratoire, après une inspiration faite en utilisant l'oxygène pur.

Des chiffres de 34'', 50'', 52'', 42'', passent après inhalation d'oxygène respectivement à : 75'', 100'', 82'', 80''.

Il constate en outre que la lutte entre l'excitation du centre respiratoire au cours de cette apnée et le facteur psychique d'inhibition s'exerce au détriment de la première en faveur du second et que le maintien dans l'état d'apnée volontaire dans ces conditions est d'une assez grande facilité et en partie exempt de la sensation d'oppression habituelle.

MAURICE BOURGEOIS montre en outre à la page 29 de sa thèse que la compression des globes oculaires n'entraîne pas de modification sensible dans le sens de l'augmentation ou de la diminution du maximum d'apnée volontaire.

E. — Cas particuliers.

Parmi les influences toxiques nous citerons d'abord celles d'un toxique léger : le tabac, qui abaisse très notablement la faculté de suspendre la respiration : c'est ainsi que l'épreuve pratiquée pendant que l'on fume une cigarette, et aussitôt après, nous a donné des chiffres diminués de presque la moitié dans tous les cas que nous avons étudiés ; de même à la fin d'une journée où l'on a beaucoup fumé, même après avoir cessé depuis deux heures, nous ne sommes arrivé qu'à des chiffres de 35 à 40 secondes au lieu du chiffre de 60 secondes qui nous est habituel.

Il y a là une influence toxique évidente que nous avons recherchée également dans l'intoxication par l'alcool : chez trois éthyliques chroniques l'épreuve de l'apnée a donné les chiffres de :

P..., 56 ans.....	41''
S..., 26 ans.....	38''
M..., 38 ans.....	36''

comme on le voit légèrement inférieurs à la normale, mais il faut tenir compte sans aucun doute de l'état psychique de ces sujets, qui les fait répugner à faire le plus petit effort.

Un autre toxique doit également donner une grosse diminution du maximum d'apnée volontaire : l'oxyde de carbone ; cette recherche pourrait être utile dans les cas d'intoxication chronique par le CO, cas bénins où la transformation de l'oxyhémoglobine en oxycarbohémoglobine n'est pas assez intense pour provoquer des troubles graves.

Nous avons pensé à voir ce que devient le maximum d'apnée chez les sujets soumis à l'influence chronique de la morphine ; malheureusement tous les morphinomanes que nous avons pu voir étaient en cure de désintoxication brusque et ne pouvaient se prêter à un examen, qui donnerait sans doute des chiffres faussés par le traitement institué.

Des cas exceptionnels où le maximum d'apnée dépasse de beaucoup la moyenne ont été rapportés par le D^r THOORIS [15] au cours d'une conférence faite à la Sorbonne le 17 janvier 1923. Il cite le record officiel de POULIQUEN : 4'31'', son record officieux : 6'29'' (non homologué à cause d'une syncope), de DE LALYMAN : 4'28'' ; il donne de ces cas exceptionnels une explication longuement développée qu'il étudie à l'aide des méthodes pneumométrique, radioscopique, etc.

DE LALYMAN [16] dans son livre « *Comment vivre sous les eaux* » a exposé lui-même sa méthode : expiration totale, inspiration normale, obturation des fosses nasales par le voile du palais ;

esquisse d'un mouvement de déglutition, le terminer quand l'oppression commence à se faire sentir, laisser échapper quelques bulles gazeuses, reprendre la position de blocage, opérer ainsi à chaque sensation d'oppression. Nous citerons textuellement et sans commentaires l'explication qu'il donne :

*« L'acide carbonique formé dans les poumons
« s'échappe par le nez à chaque mouvement de
« déglutition et, automatiquement, est remplacé
« par de l'air disponible et frais en réserve dans
« les voies respiratoires, voire même dans l'œso-
« phage » [17].*

Nous nous bornerons à ce sujet à dire que nous avons constaté nous-même au cours des plongées poussées à l'extrême limite que des mouvements de déglutition s'amorcent d'eux-mêmes, que leur accomplissement volontaire, avec échappement par le nez de petites quantités d'air et envoi aux poumons de la petite réserve d'air faite dans la bouche avant la plongée, amène une sensation de mieux-être qui permet de prolonger le temps de plongée ; nous n'en voyons pas d'explication satisfaisante en dehors du petit apport au poumon, au moment de la contraction des joues, de l'air rejeté dans la bouche après sa libération hors de l'œsophage, dans lequel il avait

été emmagasiné lors d'une petite déglutition faite au début de l'apnée.

Ne s'agirait-il pas plutôt d'un processus nerveux complexe : l'air emmagasiné dans l'œsophage y déterminant un certain degré de distension qui entraîne l'excitation du centre bulbaire de la déglutition, d'où le besoin de déglutir que nous avons noté au cours de l'apnée, et par une association fonctionnelle possible des centres bulbaires, l'inhibition du centre respiratoire.

Il se peut aussi que la déglutition nécessitant pour s'accomplir l'excitation du vague, elle déclanche l'inhibition réflexe vagale du centre respiratoire.

CHAPITRE III

Influence des états pathologiques. Le maximum d'apnée volontaire en clinique.

Le Professeur LÉON BINET, dans le *Traité de Physiologie normale et pathologique* étudie les rapports du maximum d'apnée volontaire et de nombreux cas pathologiques.

MAURICE BOURGEOIS, dans sa thèse (p. 31 et suivantes), a réuni un grand nombre d'observations concernant des malades atteints d'affections diverses chez lesquels il a pratiqué l'épreuve du maximum d'apnée volontaire :

- des malades atteints d'affections pleuro-pulmonaires : tuberculeux pulmonaires, bronchitiques chroniques avec ou sans emphyseme, asthmatiques, gazés de guerre, pleurétiques ;

- des malades atteints d'affections cardiaques :
rétrécissement mitral, insuffisance mitrale,
hyposystolie ;
- des malades atteints d'affections rénales :
brightiques, urémiques ;

et a conclu dans tous ces cas à une forte diminution du maximum d'apnée volontaire : chez les bacillaires, envisagés aux différents stades de leur maladie, il trouve une moyenne de 14 secondes ; chez les bronchitiques chroniques, une moyenne de 21"5 ; chez les hyposystoliques, une moyenne de 19"4 ; chez les cardiaques à lésions bien compensées, une moyenne de 34 secondes, chiffre très peu éloigné de la normale ; chez les rénaux, une moyenne de 19"3

Par contre, l'examen de deux myxœdémateux a donné à MAURICE BOURGEOIS les chiffres de 90 et 113 secondes, très allongés par rapport à la moyenne, chiffres traduisant le ralentissement des combustions chez de tels malades.

SAINTON et SCHULMANN ont mis en évidence une diminution considérable de l'apnée chez les basedowiens [18].

MAURICE BOURGEOIS conclut de ses recherches sur le terrain de la clinique que, dans tous les cas pathologiques où l'on a parmi les symptômes une ten-

dance à la dyspnée, on trouve également une forte diminution du maximum d'apnée volontaire et, dit-il : « *les chiffres donnés par ces recherches renseignent sur le degré du trouble dyspnéique* ».

Dans tous ces cas, on n'avait en vue que les altérations fonctionnelles des appareils respiratoire et cardio-vasculaire ; nous avons pensé à rechercher ce que devient la possibilité d'apnée volontaire dans un autre groupe d'affections : les affections du sang.

Grâce à l'amabilité de notre camarade SEMAMA, interne de M. le D^r EMILE WEIL, que nous remercions ici de nous avoir autorisé à examiner des malades dans son Service de l'Hôpital Tenon, nous avons pu réunir les observations suivantes se rapportant à des sujets atteints d'affections diverses, mais chez lesquels la numération globulaire a donné des chiffres inférieurs à la normale :

Malade B..., 68 ans, lit n^o 27, salle Montyon.

Globules rouges : 2.780.000.

Temps d'apnée volontaire : 22 secondes.

Sujet titulaire de nombreuses médailles de sauvetage, faisait autrefois des plongées de 2 minutes.

Malade B... François, 60 ans, lit n^o 31, salle Montyon.

Globules rouges : 2.370.000.

Temps d'apnée volontaire : 19 secondes.

R... Arsène, 30 ans, lit n° 16, salle Montyon.

Globules rouges : 1.900.000.

Temps d'apnée volontaire : 9 secondes.

Mme Wl..., 30 ans, lit n° 6, salle Nélaton

Globules rouges : 2.470.000.

Temps d'apnée volontaire : 10 secondes.

Malade urémique.

Mme R..., 54 ans, lit n° 28, salle Nélaton.

Globules rouges : 2.700.000.

Temps d'apnée volontaire : 18 secondes.

Mme V..., 85 ans, lit n° 46, salle Nélaton.

Globules rouges : 2.690.000.

Temps d'apnée volontaire : 9 secondes.

D'après tous ces chiffres, nous voyons qu'il existe un rapport très étroit entre la diminution du nombre des globules rouges dans le sang et la diminution de la durée du maximum d'apnée volontaire ; il nous semble qu'à ce titre cette épreuve doit être digne de figurer parmi les examens que l'on doit pratiquer en présence de tout état anémique ; nous n'avons présenté ici que des cas d'anémie d'ordre médical, mais la diminution du chiffre du maximum d'apnée volontaire permettrait aussi de se rendre compte de la gravité d'un état anémique post-hémorragique, et sans doute

les variations des résultats fournis par cette épreuve permettraient aussi de se rendre compte de l'évolution des anémies vers la guérison sous l'influence de la thérapeutique.

Nous avons essayé de faire une représentation graphique des variations du maximum d'apnée volontaire par rapport à la diminution des hématies ; portant les temps d'apnée (en secondes) en abscisses et le nombre des hématies (en centaines de mille) en ordonnées, nous avons vu que ces chiffres se réunissent sensiblement sur la même ligne droite, ligne sur laquelle se trouvent aussi les intersections des abscisses et des ordonnées correspondant aux chiffres trouvés chez deux sujets sains.

Il serait certainement prématuré de conclure de ceci qu'il y a un rapport mathématique absolu entre la richesse du sang en globules rouges et la faculté d'apnée, mais il n'en reste pas moins certain qu'un rapport direct existe entre ces deux facteurs.

Les rapports du maximum d'apnée volontaire et de la pathologie cardiaque ont été également étudiés par J. CASTAIGNE et HENRI PAILLARD [19], qui ont trouvé chez les asystoliques des chiffres très abaissés et, suivant des malades en traitement, ont montré qu'au fur et à mesure de l'amélioration du fonctionnement du myocarde il se produit une augmentation de l'apnée volontaire.

La durée de l'apnée est également abaissée dans l'ictère infectieux bénin, c'est ce qu'ont montré GEORGES GUILLAIN et R. GARCIN au cours d'une séance de la Société de Biologie en traitant : « La physiologie pathologique respiratoire dans l'ictère infectieux bénin ».

Conclusions.

Nous souhaitons avoir envisagé dans cette courte étude les problèmes principaux que pose la recherche du maximum d'apnée volontaire.

Nous avons tâché de montrer les variations qu'il peut subir du fait de certaines conditions, que l'on peut considérer comme non pathologiques ; les répercussions que sa recherche entraîne au sein de l'organisme ; enfin nous avons abordé sur le terrain clinique les modifications que certaines affections apportent à sa durée, et comme réciproque les indications qu'il est possible de tirer sur la gravité de l'état de certains malades de la valeur des chiffres fournis par la recherche du maximum d'apnée volontaire.

Au point de vue de la détermination de la valeur physique d'un sujet sain, l'épreuve de l'apnée volontaire nous semble devoir figurer en bonne place parmi les diverses explorations respiratoires et cardio-vasculaires couramment pratiquées ; nous pensons même que, nécessitant pour son accom-

plissement la mise en jeu de nombreux mécanismes relevant de fonctions physiologiques différentes : fonctions respiratoire, circulatoire et nerveuse, variant en plus selon la qualité des tissus, d'un principalement : *le sang*, la mise en apnée volontaire, phénomène si complexe, peut être considérée dans ces modalités comme une traduction, presque comme un coefficient de la valeur intime du fonctionnement d'un organisme.

Vu : le Président de la thèse,

L. BINET.

Vu : le Doyen,

ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

1. LÉON BINET. — *Traité de Physiologie normale et pathologique* (1) (12).
2. MAURICE BOURGEOIS. — Thèse Paris, 1920 : « l'Epreuve du maximum d'apnée volontaire ».
3. GEORGES GUILLAIN. — Conférence Inter-Alliée des Médecins de l'Aéronautique. Congrès de Rome, 15-20 février 1919 : « Examens médicaux et physiologiques du personnel navigant de l'aviation. »
4. MARTIN FLACK. — Conférence Inter-Alliée des Médecins de l'Aéronautique. Rome, février 1920.
6. G. GUILLAIN et R. GARCIN. — « Physiologie pathologique respiratoire dans les ictères infectieux bénins » (*C. R. Société de Biologie*, 19 février 1921, p. 351).
7. J. CASTAIGNE et H. PAILLARD. — « Les maladies des poumons et des bronches », 2^e édition, p. 39 et 40. (7) et (19).
8. EDWARD C. SCHNEIDER et GEORGE W. DONIS. — « The relation of vital capacity and power to hold the breath to endurance of low oxygen » (Medical recherche Comity ; Air Service, U.S. Army).

9. R. FABRE et L. ESCOLLE. — « Détermination indirecte de la capacité vitale chez l'homme ». *Compte rendu de la Société de Biologie*, t. CXII, p. 328, 1933.
10. L. DAUTREBANDE. — *Traité de Physiologie normale et pathologique*.
11. MORAT et DOYON. — *Traité de Physiologie*, 1900.
12. LÉON BINET. — Voir note (1).
- 13, 14. LÉON BINET et MAURICE BOURGEOIS. — « Exploration clinique de la fonction respiratoire. L'épreuve du maximum d'apnée volontaire. » *La Presse Médicale*, 12 juin 1920, n° 39, p. 381.
15. A. THOORIS. — « Le mécanisme biologique de la plongée » (Conférence faite à la Sorbonne le 17 janvier 1923).
16. DE LALYMAN. — « Comment vivre sous les eaux. » Librairie Grasset, 1927. (16) et (17).
17. *Idem*.
18. P. SAINTON et E. SCHULMANN. — *Annales de Médecine*, septembre 1922, t. XII, n° 3, p. 173.
19. Voir note (7).

